Chapitre 3:
COEFFICIENTS THERMO ÉLASTIQUES ET CALORIMÉTRIQUES

1. COEFFICIENTS THERMOELASTIQUES

1 1-1. Définitions

Coefficient de dilatation isobare :

a = 1 / V en K-1

Coefficient d'augmentation de pression isochore :

b = 1/ P en K-1

Coefficients de compressibilité

- isotherme : cT = - 1/V en Pa-1
- isentropique : cS = - 1/V en Pa -1

1.2 Relation entre coefficients thermo élastiques

cT = = g cS (relation de Reech) a = pbcT

2.COEFFICIENTS CALORIMÉTRIQUES

On étudie un fluide, système fermé monophasé, qui est défini par sa pression p, son volume massique n et sa température T. Ce système sera appelé système (p, n, T). Ces variables sont reliées par une équation d'état :

f (p, n, T) = 0

Deux variables seulement sont indépendantes : le système est divariant :
Cette équation d'état peut se présenter également sous les trois formes :

p = p (n, T) n = n (p, T) T = T (n, p)

Pour une transformation élémentaire quasi statique d'un système (p, n, T), la chaleur élémentaire par unité de masse dQ s'écrit en fonction de deux variables indépendantes :

d Q = cn dT + ldn
d Q = cp dT + hdp
d Q = l dp + mdn

Ces relations introduisent six coefficients calorimétriques.
La variation élémentaire de l'énergie interne relative à l'unité de masse s'écrit :

du = cn dT + (l – p) dn.

La variation élémentaire dh d'enthalpie relative à l'unité de masse s'écrit :

dh = cp dT + (h + n) dp.

cn (T, n) : capacité calorifique massique ou chaleur massique à volume constant qui s'exprime en j.K –1. Kg – 1 :

cn = (T, n) =

cp (T, p) : capacité calorifique massique ou chaleur massique à pression constante qui s'exprime en J/ (kg . °K) :

cp = (T, p) =

l(T, n) : coefficient calorimétrique massique de dilatation à température constante qui s'exprime en Pa.
h(T,p) : coefficient calorimétrique massique de compression à température constante qui s'exprime en m3. Kg – 1.
On utilise également les capacités calorifiques molaires relatives à la masse molaire M du corps :

Cn,m = M cn et cp,m = M cp en J. mol – 1 K -1.

Ainsi que les capacités calorifiques relatives à la masse m du système :

Cn = m cn et Cp = m cp en J.K-1

On pose

g = Cp / Cv

3. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

3.1 . Capacités calorifiques des solides

Les solides subissent de faibles variations de volume ce qui permet de parler généralement de la capacité calorifique c massique d'un solide :

= 0 Þ l = 0 Þ cp = cv = c.

La capacité calorifique d'un solide augmente avec la température.
Au dessus d'une certaine température, la capacité calorifique molaire Cm des solides reste pratiquement constante :

Cm = 3 R » 25 J.K -1 mol -1 (loi Dulong et Petit)

Avec R la constante des gaz parfaits.
A température ordinaire, cette loi est assez bien suivie par les solides purs usuels.

3.2. Capacités calorifiques des liquides

Comme les solides, les liquides subissent de faibles variations de volume ce qui permet de parler généralement de la capacité calorifique c massique d'un liquide.
La capacité calorifique d'un liquide augmente avec la température.
La capacité calorifique massique c de l'eau a la valeur la plus élevée :
c = 4 187 J.K -1 kg-1 à température ordinaire.
Les liquides organiques comme l'éthanol ont une capacité calorifique massique d'environ 2 500 J.K – 1 kg-1 à température ordinaire.

3.3 Capacités calorifiques des gaz

Pour les gaz monoatomiques comme les gaz rares, on trouve à température ordinaire des capacités calorifiques molaires telles que :

Cp, m = M cp = 5/2 R = 20,8 J.K – 1 mol -1

Cv, m = M cv = 3/2 R = 12,5 J.K – 1 mol -1

g = 5/3 = 1,66

Pour les gaz diatomiques comme le dihydrogène, le diazote, le dioxygène, on trouve à température ordinaire des capacités calorifiques molaires telles que :

Cp, m = M cp = 7/2 R = 29,1 J.K – 1 mol -1

Cv, m = M cv = 5/2 R = 20,8 J.K – 1 mol -1

g = 7/5 = 1,4